

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Alat dan Bahan

Pada “Sistem Pengaturan Kadar PH Air dan Kepekatan Nutrisi pada Tanaman Kangkung (*Ipomoea Reptans*) Hidroponik Berbasis *Internet of things* (IoT)” ini membutuhkan beberapa alat dan bahan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 :

**Tabel 3.1 Alat yang digunakan**

Alat
Laptop
<i>Software</i> Arduino IDE
<i>Website</i> Telkom IOT Platform
Pipa
Bak Nutrisi (Wadah)

**Tabel 3.2 Bahan yang digunakan**

Bahan	
NodeMCU ESP32	Modul ADS1115
Sensor TDS	<i>Relay 4 Channel</i>
Sensor pH	Pompa DC
Sensor <i>Water level</i>	LCD
<i>Gully</i>	<i>Netpot</i>

Untuk penjelasan dari tabel 3.1 dan tabel 3.2 adalah sebagai berikut:

#### 3.1.1 Laptop

Laptop pada penelitian ini memiliki fungsi sebagai alat untuk melakukan konfigurasi NodeMCU ESP32 dengan *hardware* yang lain agar dapat berfungsi sesuai dengan skenario. Jenis laptop yang digunakan pada penelitian ini adalah Asus Vivobook AMD Ryzen 3 3250U dengan RAM 8GB.

#### 3.1.2 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah platform pengembangan IoT (*Internet of Things*) berbasis mikrokontroler yang memanfaatkan modul ESP32. ESP32

sendiri merupakan modul mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* yang memiliki fitur lengkap untuk membangun aplikasi IoT.

### **3.1.3 Sensor TDS**

Sensor TDS memiliki fungsi untuk mengukur kadar ppm pada larutan nutrisi. Cara kerja sensor TDS dengan menggunakan elektroda untuk mengukur nilai konduktivitas listrik pada larutan nutrisi. Satuan yang digunakan dalam sensor TDS adalah ppm (*part per million*) atau (mg/L).

### **3.1.4 Sensor pH**

Sensor pH berfungsi untuk mengukur tingkatan asam dan basa pada larutan nutrisi. Cara kerja sensor pH adalah dengan meletakkan *probe* berupa elektroda kaca dengan mengukur jumlah ion  $H_3O^+$  yang terdapat pada larutan.

### **3.1.5 Sensor Water level**

Sensor *Water level* memiliki fungsi untuk mendeteksi ketersediaan larutan nutrisi yang terdapat pada pipa hidroponik *portable*. Dengan adanya *water level* sensor, ketersediaan larutan nutrisi yang terdapat pada bak nutrisi dapat di kontrol.

### **3.1.6 Software Arduino IDE**

*Software* Arduino IDE merupakan *software* yang berfungsi untuk memprogram NodeMCU ESP32 yang akan digunakan pada penelitian ini. *Software* Arduino IDE memiliki fungsi sebagai platform membuat, mengedit dan mengunggah script yang telah dibuat.

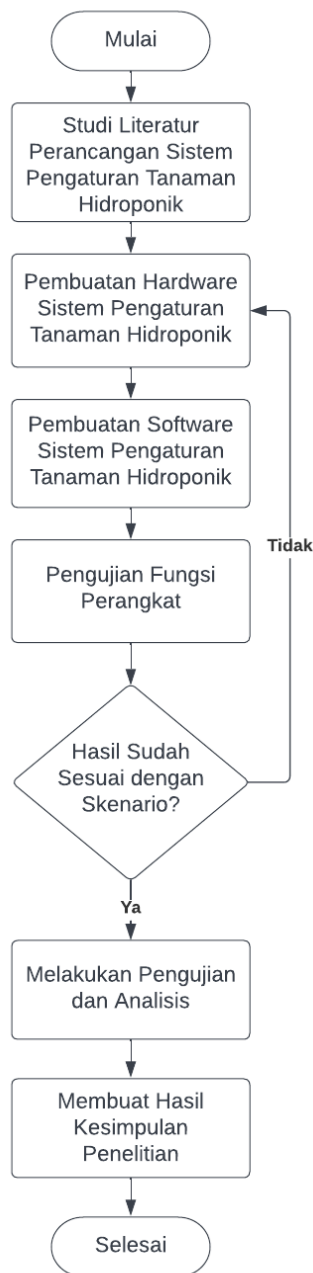
### **3.1.7 Telkom IOT Platform**

Telkom IOT Platform merupakan sebuah platform yang berguna untuk menyimpan data yang telah dikumpulkan.

## **3.2 Alur Penelitian**

Pada penelitian ini terdapat beberapa hal dan tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam perancangan sistem pengaturan kadar pH dan kepekatan larutan nutrisi tanaman kangkung hidroponik berbasis *internet of things*. Berbagai tahapan yang dilakukan yaitu pencarian studi literatur perancangan

sistem pengaturan kadar pH dan kepekatan larutan nutrisi tanaman hidroponik, melakukan pembuatan *hardware* sistem pengaturan kadar pH dan kepekatan larutan nutrisi, melakukan pembuatan *software* sistem pengaturan kadar pH dan kepekatan larutan nutrisi, melakukan pengujian fungsi perangkat apakah sudah sesuai dengan hasil skenario atau tidak lalu melakukan pengujian dan analisis terhadap tanaman kangkung hidroponik dan tahapan terakhir yaitu membuat hasil kesimpulan penelitian.



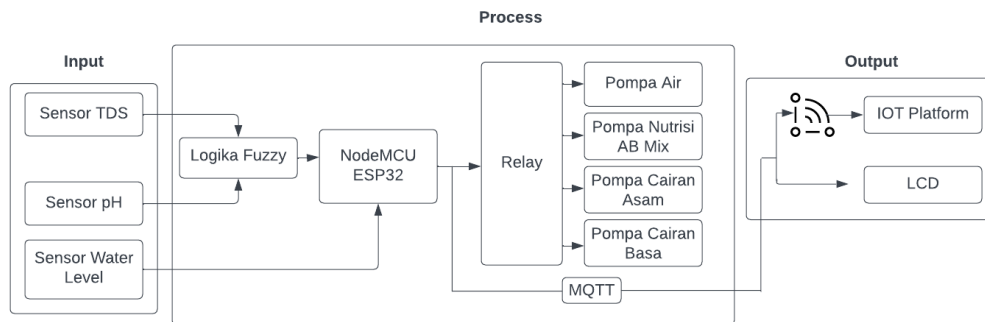
**Gambar 3.1** *Flowchart* Tahap Penelitian

Pada Gambar 3.1 menunjukkan *flowchart* dari penelitian ini, yang menggambarkan tahapan-tahapan penelitian. Tahap pertama adalah studi literatur, di mana penulis mempelajari referensi untuk membangun dan merancang sistem pengaturan tanaman kangkung hidroponik. Tahap kedua adalah pembuatan *hardware* sistem pengaturan tersebut, termasuk pengumpulan alat dan bahan yang diperlukan serta pembuatan alat penelitian. Tahap ketiga melibatkan pembuatan *software* pada sistem, dengan melakukan pengkodean pada NodeMCU ESP32 menggunakan *Software* Arduino IDE dan menggunakan *Website* Telkom IOT Platform sebagai media penyimpanan dan penampilan data. Setelah itu, dilakukan pengujian fungsi perangkat sistem pengaturan tanaman kangkung hidroponik lalu dilanjut dengan menganalisis hasil dari pengujian tersebut. Terakhir, penulis membuat kesimpulan dan hasil dari penelitian.

### 3.3 Perancangan Sistem

#### 3.3.1 Blok Diagram Sistem

Berikut merupakan Gambaran tahap proses perancangan yang akan dilakukan untuk penelitian tugas akhir ini :

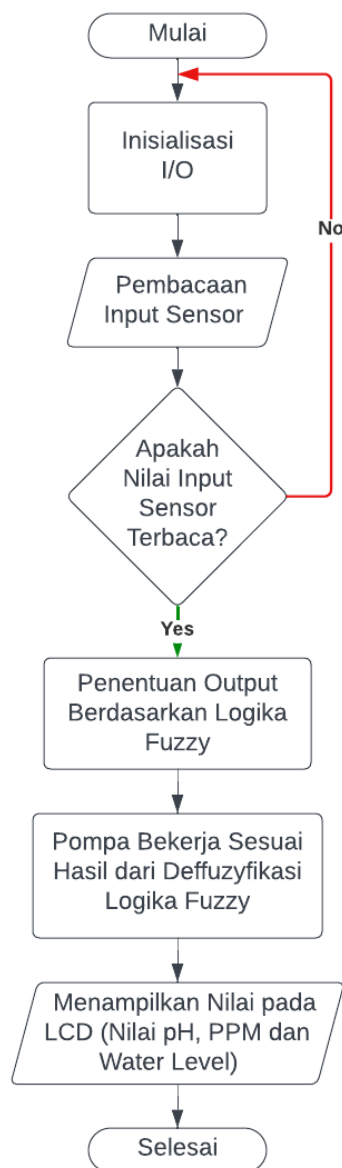


**Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem**

Pada Gambar 3.2 terdapat blok diagram sistem yang menjelaskan cara kerja alat. Mikrokontroler berperan sebagai sistem pengendali utama. Terdapat dua sensor yang digunakan, yaitu sensor TDS untuk membaca nilai larutan nutrisi dalam bak nutrisi dalam satuan ppm, dan sensor pH untuk membaca nilai kadar pH dalam nutrisi. Data dari kedua sensor ini akan diproses oleh mikrokontroler menggunakan logika *fuzzy* untuk menghasilkan *output* yang

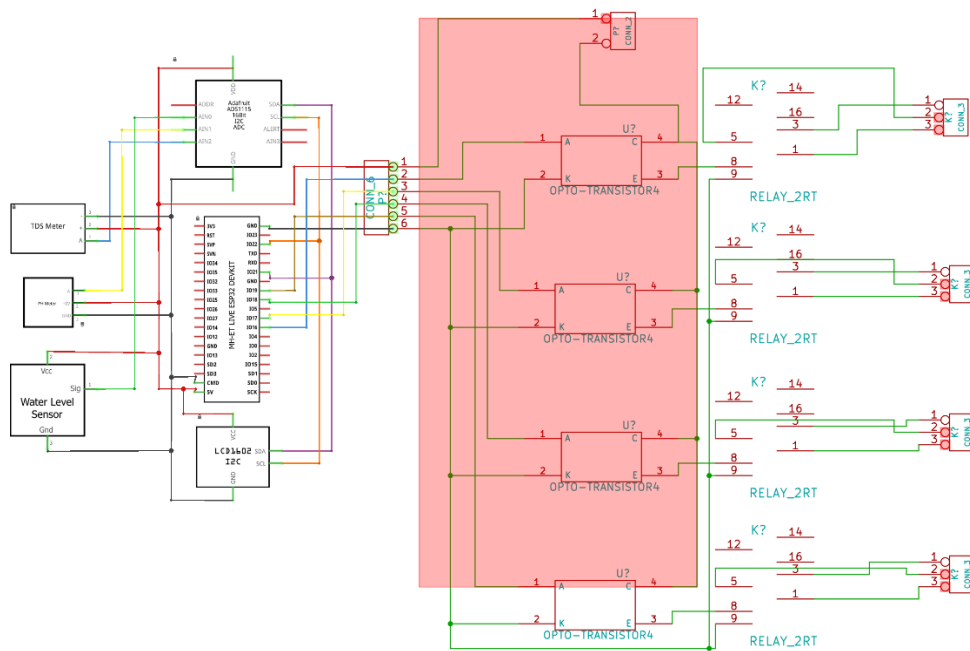
diinginkan. *Output* tersebut akan dikirimkan ke *relay* yang akan mengendalikan pompa dan mengatur durasi penggunaan cairan asam, basa, AB mix, dan air. Sensor *water level* sensor juga digunakan untuk mendeteksi aliran larutan nutrisi pada instalasi hidroponik. Hasil dari sensor TDS dan sensor pH akan ditampilkan pada LCD dan juga dikirimkan ke *Website* Telkom IOT Platform untuk ditampilkan. Informasi yang ditampilkan berupa kadar pH dan ppm dalam bentuk data.

### 3.3.2 Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3.3 *Flowchart* Sistem Kerja Alat

Pada Gambar 3.3 merupakan *flowchart* sistem kerja alat, tahapan pertama yaitu inisialisasi *input* dan *output* lalu dilanjutkan dengan pembacaan *inputan* dari 3 sensor yaitu sensor pH, TDS dan *Water level* kemudian nilai *inputan* sensor diproses menggunakan logika *fuzzy* untuk dapat menentukan berapa nilai *output* yang akan dikeluarkan oleh pompa. Lalu LCD akan menampilkan nilai sensor pH, TDS dan *Water level*.

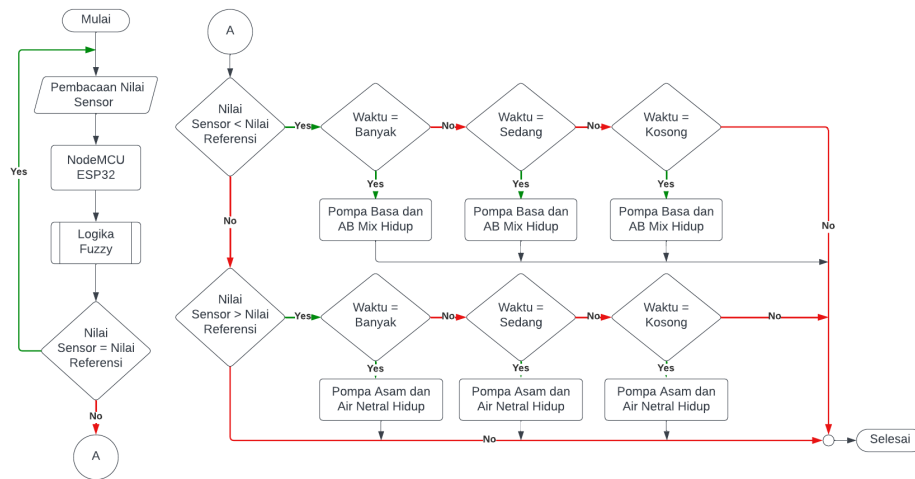


**Gambar 3.4 Desain Perancangan Perangkat Keras**

Pada Gambar 3.4 merupakan sistem dengan merangkai komponen elektrik. Tahapan pertama yang dilakukan penulis untuk pembuatan sistem yaitu dengan merangkai komponen elektrikal sistem pengaturan tanaman kangkung hidroponik. Kemudian melakukan *input source code* kedalam NodeMCU ESP32 agar komponen elektrikal dapat berfungsi. *Source code* yang diinput kedalam NodeMCU ESP32 merupakan program untuk mengatur debit larutan asam, basa, AB Mix dan air yang akan dikeluarkan oleh pompa sesuai dengan hasil *monitoring* sensor pH dan sensor TDS dimana nilai yang didapat pada kedua sensor tersebut sudah diolah dan diatur dengan logika *fuzzy*. Sensor pH digunakan untuk memantau stabil atau tidaknya nilai pH pada larutan nutrisi. Lalu sensor TDS digunakan untuk memantau kepekatan nilai ppm pada

larutan nutrisi apakah sudah sesuai atau tidak. Kemudian sensor *Water level* digunakan untuk memantau apakah larutan nutrisi tetap berjalan didalam instalasi hidroponik. Dan juga *relay* yang berfungsi sebagai pengontrol pompa pada bak nutrisi. Kemudian terdapat ADC ADS 1115 digunakan untuk memasukkan *input* sensor yang berupa *input* analog dikarenakan NodeMCU ESP32 tidak memiliki *input* analog yang cukup. Lalu hasil data yang akan penulis ambil akan tersimpan dan tertampil pada *Website* Telkom IOT Platform dan juga akan tertampil pada LCD.

### 3.4 Implementasi Logika Fuzzy



**Gambar 3.5 Flowchart Alur Sistem Fuzzy**

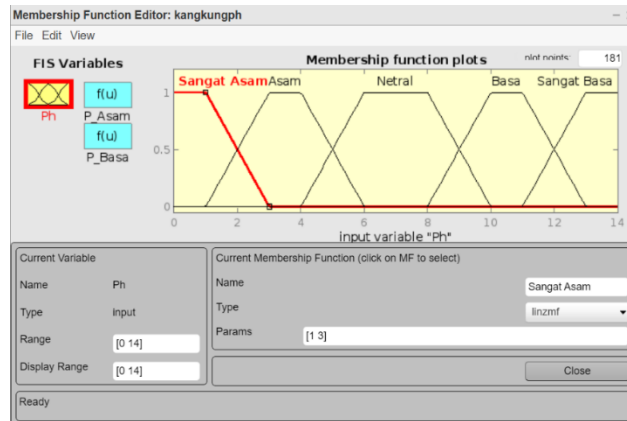
Pada penelitian ini logika *fuzzy* digunakan sebagai penentu nilai *output* yang akan dihasilkan. Pada Gambar 3.5 merupakan *Flowchart* dari sistem *fuzzy* yang telah dibuat oleh penulis. Pada sistem pengaturan yang akan dibuat terdapat 2 variabel sebagai nilai *output* berdasarkan perhitungan logika *fuzzy* :

#### 3.4.1 Membership Input

##### a. Membership Input pH

Pada *membership input* pH yang tertera pada gambar 3.6 akan mempengaruhi aktifnya *relay* pompa cairan basa dan pompa cairan asam. *Delay* yang akan diberikan *relay* pada pompa asam dan pompa basa juga dipengaruhi oleh *membership* ini. *Membership* ini memiliki 3

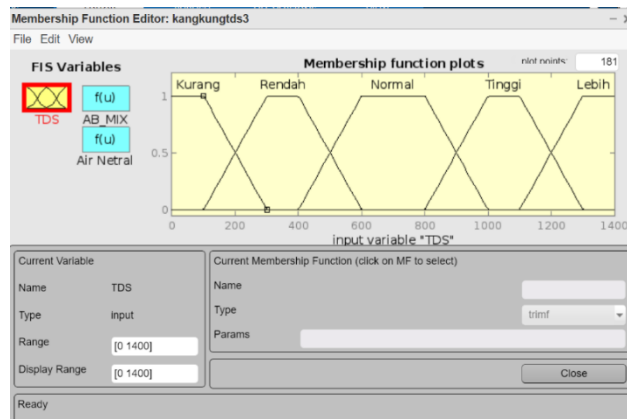
variabel yaitu Sangat Asam, Asam, Normal, Basa dan Sangat Basa. Tetapi *membership* ini tidak mempengaruhi aktifnya *relay* pompa nutrisi AB Mix dan air.



**Gambar 3.6 Himpunan Keanggotaan Variabel pH**

b. *Membership Input TDS*

Pada *membership input* TDS yang tertera pada gambar 3.7 akan mempengaruhi aktifnya *relay* pompa nutrisi AB Mix dan pompa Air. *Delay* yang akan diberikan *relay* pada pompa nutrisi AB Mix dan pompa air juga dipengaruhi oleh *membership* ini. *Membership* ini memiliki 3 variabel yaitu Kurang, Rendah, Normal, Tinggi dan Lebih. Tetapi *membership* ini tidak mempengaruhi aktifnya *relay* pompa cairan asam dan pompa cairan basa.



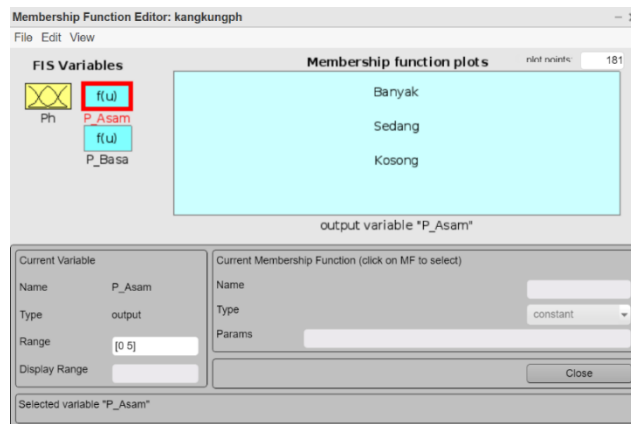
**Gambar 3.7 Himpunan Keanggotaan Variabel TDS**



### 3.4.2 Membership Output

#### a. Membership Pompa Cairan Asam

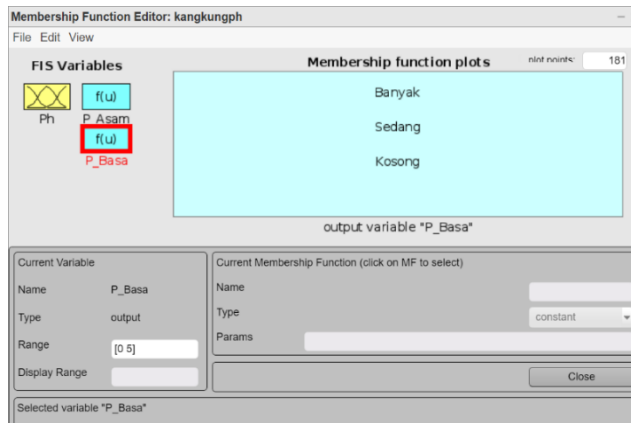
Pada *membership output* Asam yang tertera pada gambar 3.8 merupakan hasil dari perhitungan *membership input* pH dan ppm. *Membership* ini memiliki 2 parameter yaitu Banyak, Sedang dan Kosong. Apabila pompa cairan asam hidup menentukan seberapa banyak cairan asam yang akan dikeluarkan.



**Gambar 3.8 Himpunan Keanggotaan Variabel Pompa Cairan Asam**

#### b. Membership Pompa Cairan Basa

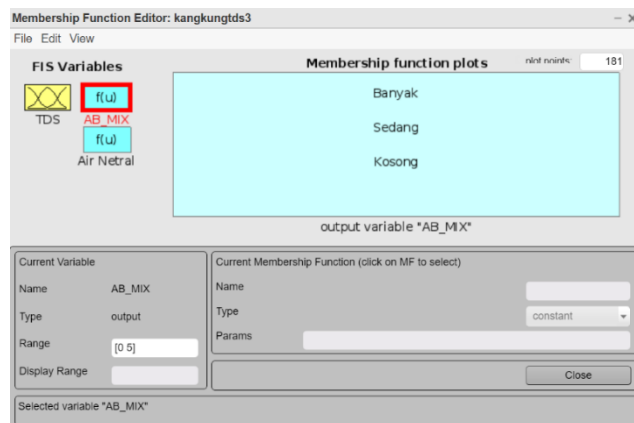
Pada *membership output* Basa yang tertera pada gambar 3.9 merupakan hasil dari perhitungan *membership input* pH dan ppm. *Membership* ini memiliki 2 parameter yaitu Banyak, Sedang dan Kosong. Apabila pompa cairan basa hidup menentukan seberapa banyak cairan basa yang akan dikeluarkan.



**Gambar 3.9 Himpunan Keanggotaan Variabel Pompa Cairan Basa**

c. *Membership* Pompa AB Mix

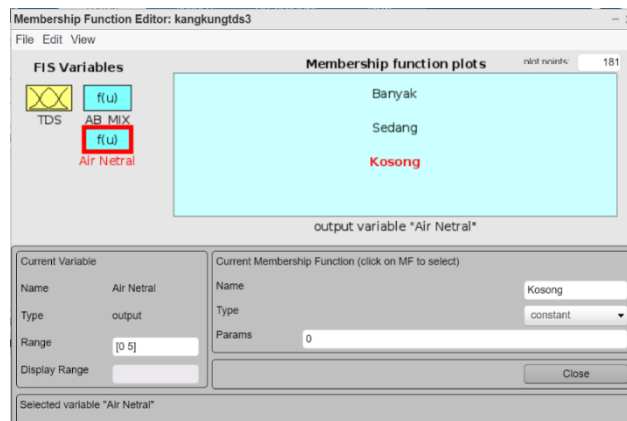
Pada *membership output* AB Mix yang tertera pada gambar 3.10 merupakan hasil dari perhitungan *membership input* pH dan ppm. *Membership* ini memiliki 2 parameter yaitu Banyak, Sedang dan Kosong. Apabila pompa nutrisi AB Mix hidup menentukan seberapa banyak nutrisi AB Mix yang akan dikeluarkan.



**Gambar 3.10** Himpunan Keanggotaan Variabel Pompa AB Mix

d. *Membership* Pompa Air Netral

Pada *membership output* Air Netral yang tertera pada gambar 3.11 merupakan hasil dari perhitungan *membership input* pH dan ppm. *Membership* ini memiliki 2 parameter yaitu Banyak, Sedang dan Kosong. Apabila pompa air netral hidup menentukan seberapa banyak air yang akan dikeluarkan.



**Gambar 3.11** Himpunan Keanggotaan Variabel Pompa Air Netral

### 3.5 Perancangan Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* digunakan sebagai penentu nilai *output* yang akan dihasilkan. Pada sistem pengaturan yang akan dibuat terdapat 2 variabel yang digunakan sebagai penentu keluaran nilai *output* berdasarkan perhitungan logika *fuzzy* yaitu nilai pH dan nilai TDS.

#### 3.5.1 Fuzzyfikasi

##### A. Variabel pH

Variabel pH dibuat dari *range* 0-14 seperti tertera pada Tabel 3.3. Nilai pH diperoleh dari hasil pembacaan sensor pH. Parameter yang digunakan dibagi menjadi lima yaitu : Terlalu Asam, Asam, Netral, Basa, Terlalu Basa.

**Tabel 3.3 Variabel pH**

	Himpunan	Range
<b>pH</b>	Terlalu Asam	0-3
	Asam	1-6
	Netral	4-10
	Basa	8-13
	Terlalu Basa	11-14

Berdasarkan Tabel tersebut, dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\mu(\text{Terlalu Asam}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 3 \\ \frac{3-x}{3-1}, & \text{Jika } 1 < x < 3 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Asam}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 1; x \geq 6 \\ \frac{x-1}{3-1}, & \text{Jika } 1 < x < 3 \\ 1, & \text{Jika } 3 \leq x \leq 4 \\ \frac{6-x}{6-4}, & \text{Jika } 4 < x < 6 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Netral}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 4; x \geq 10 \\ \frac{x-4}{6-4}, & \text{Jika } 4 < x < 6 \\ 1, & \text{Jika } 6 \leq x \leq 8 \\ \frac{10-x}{10-8}, & \text{Jika } 8 < x < 10 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Basa}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 8; x \geq 13 \\ \frac{x-8}{10-8}, & \text{Jika } 8 < x < 10 \\ 1, & \text{Jika } 10 \leq x \leq 11 \\ \frac{11-x}{11-13}, & \text{Jika } 11 < x < 13 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Terlalu Basa}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 14 \\ \frac{14-x}{14-11}, & \text{Jika } 11 < x < 14 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 14 \end{cases}$$

## B. Variabel TDS

Variabel TDS dibuat dari *range* 0-1400 ppm seperti tertera pada Tabel 3.4. Nilai TDS dengan satuan ppm diperoleh dari hasil pembacaan sensor TDS. Parameter yang digunakan dibagi menjadi lima yaitu : Kurang, Rendah, Netral, Tinggi, Lebih.

**Tabel 3.4 Variabel TDS**

	Himpunan	Range
<b>TDS</b>	Kurang	0-300 ppm
	Rendah	100-600 ppm
	Netral	400-1000 ppm
	Tinggi	800-1300 ppm
	Lebih	1100-1400 ppm

Berdasarkan Tabel tersebut, dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$(\text{Terlalu Asam}) \begin{cases} 100, & \text{Jika } x \leq 300 \\ \frac{300-x}{300-100}, & \text{Jika } 100 < x < 300 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 300 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Asam}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 100; x \geq 600 \\ \frac{x - 100}{300 - 100}, & \text{Jika } 100 < x < 300 \\ 1, & \text{Jika } 300 \leq x \leq 400 \\ \frac{600 - x}{600 - 400}, & \text{Jika } 400 < x < 600 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Netral}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 400; x \geq 1000 \\ \frac{x - 400}{600 - 400}, & \text{Jika } 400 < x < 600 \\ 1, & \text{Jika } 600 \leq x \leq 800 \\ \frac{1000 - x}{1000 - 800}, & \text{Jika } 800 < x < 1000 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Basa}) \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 800; x \geq 1300 \\ \frac{x - 800}{1000 - 800}, & \text{Jika } 800 < x < 1000 \\ 1, & \text{Jika } 1000 \leq x \leq 1100 \\ \frac{1100 - x}{1100 - 1300}, & \text{Jika } 1100 < x < 1300 \end{cases}$$

$$\mu(\text{Terlalu Basa}) \begin{cases} 1, & \text{Jika } x \leq 1400 \\ \frac{1400 - x}{1400 - 1100}, & \text{Jika } 1100 < x < 1400 \\ 0, & \text{Jika } x \geq 1400 \end{cases}$$

### 3.5.2 Inferensi

Pada proses inferensi melibatkan proses pengambilan keputusan berdasarkan aturan pada logika *fuzzy*, dimana *input* dikonversi menjadi himpunan *fuzzy*, menentukan rule base, hasil aturan digabungkan, dan akhirnya dilakukan defuzzifikasi untuk menghasilkan *output*. Rule base atau aturan-aturan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut :

**Tabel 3.5 Rule Base [39]**

pH/ TDS	Sangat Asam	Asam	Netral	Basa	Sangat Basa
<b>Kurang</b>	KBBK	KSBK	KKBK	SKSB	BKBK
<b>Rendah</b>	KBSK	KSSK	KKSK	SKSK	BKSK
<b>Normal</b>	KBKK	KSKK	KKKK	SKKK	BKKK
<b>Tinggi</b>	KBKS	KSKS	KKKS	SKKS	BKKS
<b>Lebih</b>	KBKB	KSKB	KKKB	SKKB	BKKB

Keterangan :

B = Banyak S = Sedang K=Kosong

Berdasarkan Tabel 3.5 dapat dijelaskan aturan-aturan yang akan digunakan dalam sistem pengaturan kadar pH dan kepekatan larutan nutrisi pada tanaman kangkong hidroponik, diantaranya:

1. Jika pH Sangat Asam dan ppm Kurang, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (B) banyak dan pompa cairan AB mix (B) banyak dan pompa air netral (K) kosong.
2. Jika pH Sangat Asam dan ppm Rendah, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (B) banyak dan pompa cairan AB mix (S) sedang dan pompa air netral (K) kosong.
3. Jika pH Sangat Asam dan ppm Normal, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (B) banyak dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (K) kosong.
4. Jika pH Sangat Asam dan ppm Tinggi, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (B) banyak dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (S) sedang.
5. Jika pH Sangat Asam dan ppm Lebih, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (B) banyak dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (B) banyak.
6. Jika pH Asam dan ppm Kurang, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (S) sedang dan pompa cairan AB mix (B) banyak dan pompa air netral (K) kosong.
7. Jika pH Asam dan ppm Rendah, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (S) sedang dan pompa cairan AB mix (S) sedang dan pompa air netral (K) kosong.
8. Jika pH Asam dan ppm Normal, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (S) sedang dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (K) kosong.
9. Jika pH Asam dan ppm Tinggi, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (S) sedang dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (S) sedang.

10. Jika pH Asam dan ppm Lebih, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (S) sedang dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (B) banyak.
11. Jika pH Netral dan ppm Kurang, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (B) banyak dan pompa air netral (K) kosong.
12. Jika pH Netral dan ppm Rendah, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (S) sedang dan pompa air netral (K) kosong.
13. Jika pH Netral dan ppm Normal, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (K) kosong.
14. Jika pH Netral dan ppm Tinggi, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (S) sedang.
15. Jika pH Netral dan ppm Lebih, maka pompa cairan asam (K) kosong dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (B) banyak.
16. Jika pH Basa dan ppm Kurang, maka pompa cairan asam (S) sedang dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (S) sedang dan pompa air netral (B) banyak.
17. Jika pH Basa dan ppm Rendah, maka pompa cairan asam (S) sedang dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (S) sedang dan pompa air netral (K) kosong.
18. Jika pH Basa dan ppm Normal, maka pompa cairan asam (S) sedang dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (K) kosong.
19. Jika pH Basa dan ppm Tinggi, maka pompa cairan asam (S) sedang dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (S) sedang.

20. Jika pH Basa dan ppm Lebih, maka pompa cairan asam (S) sedang dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (B) banyak.
21. Jika pH Sangat Basa dan ppm Kurang, maka pompa cairan asam (B) banyak dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (B) banyak dan pompa air netral (K) banyak.
22. Jika pH Sangat Basa dan ppm Rendah, maka pompa cairan asam (B) banyak dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (S) sedang dan pompa air netral (K) kosong.
23. Jika pH Sangat Basa dan ppm Normal, maka pompa cairan asam (B) banyak dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (K) kosong.
24. Jika pH Sangat Basa dan ppm Tinggi, maka pompa cairan asam (B) banyak dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (S) sedang.
25. Jika pH Sangat Basa dan ppm Lebih, maka pompa cairan asam (B) banyak dan pompa cairan basa (K) kosong dan pompa cairan AB mix (K) kosong dan pompa air netral (B) banyak.

### 3.5.3 Defuzzyfikasi

*Weighted of Average* merupakan salah satu metode pada defuzzyfikasi. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode tersebut untuk mengambil rata-rata dengan menggunakan pembobotan berupa derajat keanggotaan. Metode *weighted of average* memiliki rumus, yaitu:

$$Y = \frac{\sum \mu(y)y}{\sum \mu(y)}$$
, dimana  $y$  merupakan nilai crisp dan  $\mu(y)$  adalah derajat keanggotaan  $y$ .

Apabila diambil contoh dengan keadaan pH 2,5 dan 900 ppm, maka :  
 Output Pompa Cairan Basa :

$$Y = \frac{(0,25 \times 5) + (0,75 \times 2,5)}{0,25 + 0,75} = \frac{3,125}{1} = 3,125 \text{ detik}$$

Maka, pompa cairan basa bisa menyala selama 3,125 detik

*Output Pompa Cairan Asam :*



$$Y = \frac{(0,25 \times 0) + (0,75 \times 0)}{0,25 + 0,75} = \frac{0}{1} = 0 \text{ detik}$$

Maka, pompa asam tidak menyala

*Output* Pompa AB Mix :

$$Y = \frac{(0,5 \times 0) + (0,5 \times 0)}{0,5 + 0,5} = \frac{0}{1} = 0 \text{ detik}$$

Maka, pompa AB Mix tidak menyala

*Output* Pompa Cairan Air Netral :

$$Y = \frac{(0,5 \times 0) + (0,5 \times 2,5)}{0,5 + 0,5} = \frac{1,25}{1} = 1,25 \text{ detik}$$

Maka, pompa Air Netral bisa menyala 1,25 detik

Maka dapat diambil kesimpulan, dengan *input* pH sebesar 2,5 dan TDS sebesar 900 ppm, hasilnya menunjukkan bahwa pompa cairan basa akan menyala selama 3,125 detik, sementara cairan pompa air netral akan menyala selama 1,25 detik.

### 3.6 Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan nilai dari data sensor pH dan sensor TDS. Data pada kedua sensor tersebut kemudian diolah dan dihitung menggunakan logika *fuzzy*.

### 3.7 Rencana Uji Coba

#### 3.7.1 Kalibrasi Sensor

Pengujian pertama yang akan dilakukan yaitu pengujian kalibrasi sensor pH dan TDS. Pada pengujian pertama ini, peneliti akan membandingkan nilai berdasarkan pembacaan sensor pH dan TDS dengan pH meter dan TDS meter untuk membandingkan nilai pH dan TDS pada larutan nutrisi.

#### 3.7.2 Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja alat secara keseluruhan untuk mengetahui alat bekerja secara baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan memantau apakah pompa berjalan sesuai dengan program yang telah ditanamkan di dalam mikrokontroler.

### **3.7.3 Pengujian Komunikasi Data**

Pengujian komunikasi data dilakukan untuk mengetahui baik atau tidaknya komunikasi data antara *Website* Telkom IOT Platform dan mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian menggunakan website wireshark sebagai media uji.